

**CIRAD-EMVT**

**COMPTE-RENDU FINAL**  
**DE L'A.T.P. CIRAD n° 71/90**

***VALEUR ALIMENTAIRE DES SOUS-PRODUITS***  
***AGRICOLES ET AGRO-INDUSTRIELS DISPONIBLES***  
***SUR LE CONTINENT AFRICAIN EN VUE DE LEUR***  
***UTILISATION EN PISCICULTURE TROPICALE***

**Mai 1993**

**ATP n° 71/90**

---

**Programme Aquaculture et Pêche**  
**CIRAD-EMVT**  
**Groupe Aquaculture continentale Méditerranéenne**  
**et Tropicale (GAMET)**  
**B.P 5095**  
**34033 Montpellier Cedex 1**

**COMPTE-RENDU FINAL**

***VALEUR ALIMENTAIRE DES SOUS-PRODUITS  
AGRICOLES ET AGRO-INDUSTRIELS DISPONIBLES  
SUR LE CONTINENT AFRICAIN EN VUE DE LEUR  
UTILISATION EN PISCICULTURE TROPICALE***

**Sommaire**

- 0. OBJECTIFS ET SITUATION GENERALE DE L'ATP
  - I. DETERMINATION DES BESOINS EN PROTEINES
    - 1. Protocole expérimental
    - 2. Résultats
  - II. EPARGNE DES PROTEINES PAR LES LIPIDES
    - 1. Protocole expérimental
    - 2. Résultats
  - III. DIGESTIBILITE DE MATIÈRES PREMIÈRES D'ORIGINE AFRICAINE
  - IV. CONTRIBUTION DES ACIDES AMINES NON INDISPENSABLES A L'EPARGNE PROTÉIQUE CHEZ LE TILAPIA
    - 1. Introduction
    - 2. Matériel et méthodes
    - 3. Résultats
    - 4. Discussion
    - 5. Conclusions
  - V. VALORISATION DES SOUS-PRODUITS AGRICOLES ET AGRO-INDUSTRIELS PAR LE TILAPIA EN ETANGS FERTILISES
    - 1. Introduction
    - 2. Matériels
    - 3. Méthodes
    - 4. résultats
    - 5. Conclusion
- 

Les chapitres 0, I et II ont été rédigés par T. Doudet et J. Lazard sur la base des travaux réalisés par le premier au sein du Laboratoire de Nutrition des Poissons de l'INRA (Saint Pée sur Nivelle).

Les chapitres III et IV ont été rédigés par S. Kaushik (INRA, Saint Pée sur Nivelle). Le chapitre V a été rédigé par V. Pouomogne, chercheur à l'IRZV (Station de recherches piscicoles, Foumban, Cameroun).

## 0. OBJECTIFS ET SITUATION GENERALE DE L'ATP

Les objectifs généraux de l'ATP 71/90 étaient de disposer d'informations précises sur les principaux besoins nutritionnels des tilapias et d'évaluer la digestibilité des principaux sous-produits agricoles et agro-industriels disponibles sur le continent africain et susceptibles d'être utilisés dans leur alimentation. Ces informations doivent conduire à optimiser les aliments utilisés en pisciculture des tilapias sur le plan bio-technique mais aussi sur le plan économique de manière à dresser une analyse critique des différents systèmes d'élevage développés ou vulgarisés en Afrique.

Pour la réalisation des expérimentations prévues au programme de cette ATP, un chercheur du CTFT a été mis à disposition du Laboratoire de Nutrition des Poissons de l'INRA (St Pee sur Nivelles) dans le cadre d'un congé-formation de juillet 1990 à août 1991.

Le programme a démarré assez tardivement en 1990, l'étude sur des poissons tropicaux nécessitant au préalable d'installer un circuit en eau recyclée et réchauffée à 28°C alimentant à la fois des bacs d'élevage et des bacs expérimentaux. Les géniteurs et les premiers alevins d'*Oreochromis niloticus* sont arrivés le 15/11/90 (origine: CEREMHER, Mèze, Hérault), cette espèce ayant été retenue en raison de son importance prédominante dans le développement de la pisciculture des tilapias et dans les recherches réalisées dans le Programme Aquaculture et Pêche du CIRAD.

La première expérimentation destinée à évaluer les besoins des tilapias en protéines a été réalisée avec des alevins du CEREMHER, les autres expérimentations utilisant des alevins produits dans l'unité expérimentale de l'INRA.

Pour atteindre ces objectifs, 5 séries d'expérimentations ont été réalisées au cours de l'ATP:

- I. Détermination des besoins en protéines des tilapias en utilisant des sous-produits agricoles et agro-industriels usuels comme sources protéiques pour formuler les aliments.
- II. Evaluation de la possibilité d'épargner les protéines par des lipides pour la fourniture de l'énergie nécessaire au métabolisme.
- III. Evaluation de la digestibilité de matières premières disponibles sur le continent africain
- IV. Etude de la contribution des acides aminés non essentiels à l'épargne protéique chez les tilapias.
- V. Etude, en étang, de l'optimisation des modalités de distribution des aliments et évaluation de l'impact de l'apport relatif de la fumure organique sur la croissance et le taux de conversion de l'aliment chez les tilapias en élevage.

Les 4 premières expérimentations se sont déroulées dans le Laboratoire de Nutrition des Poissons de l'INRA (Saint Pée sur Nivelles), la cinquième sur la station de recherches piscicoles de l'IRZV à Foumban (Cameroun).

## **I. DETERMINATION DES BESOINS EN PROTEINES**

### **I.1 Protocole expérimental**

Six régimes alimentaires dosant de 0 à 40 % de protéines avec une incrémentation du taux de protéines de 8 % par régime, ont été formulés en utilisant, dans une proportion constante, de la farine de poisson et du tourteau de soja comme sources protéiques. Les taux d'incorporation de l'amidon cru de blé et de l'huile d'arachide ont été ajustés de manière à obtenir des régimes isocaloriques (énergie brute). La composition centésimale et la valeur bromatologique des six aliments sont présentées dans le tableau 1.

Ceux-ci ont été marqués à l'oxyde de chrome afin d'évaluer la digestibilité des protéines et celle de l'énergie.

Chaque régime a été testé en triplicat, chaque bac étant aleviné avec 40 poissons. Ceux-ci étaient nourris à satiété deux fois par jour, la consommation volontaire étant mesurée tout au long de l'expérimentation.

Un lot de poissons a été prélevé en début d'expérience pour évaluer la composition corporelle initiale et, en fin d'expérience, des lots de poissons ont été prélevés dans chaque bac, puis poolés par régime, afin de déterminer la composition corporelle finale correspondant à chaque régime.

L'expérimentation a duré 46 jours, les fèces étant récoltés par décantation (cf. descriptif des bacs de nutrition dans le rapport annuel 1990 de l'ATP) au cours des deux dernières semaines.

La croissance et la survie ont été suivies par dénombrement et pesée globale, les dates de mortalités et le poids des morts étant pris en compte pour calculer un indice de consommation corrigé.

A partir des analyses sur les régimes expérimentaux, sur les fèces et sur les carcasses et, connaissant les quantités d'aliments ingérés, les paramètres suivants ont été évalués

- coefficient d'efficacité des protéines C.E.P (Protéines ingérées/gain de poids),
- coefficients d'utilisation digestive apparents (CUDa) des protéines et de l'énergie,
- coefficients d'utilisation des protéines C.U.P et de l'énergie C.U.E (Gain de protéines ou d'énergie dans la carcasse/protéines ou énergie ingérée (s)).

### **I.2 Résultats**

Les tableaux 2, 3 et 4 indiquent les résultats obtenus avec les cinq régimes contenant des protéines, l'aliment à 0 % de protéines étant trop peu appétant pour qu'on ait pu estimer sa consommation d'une manière fiable.

Le tableau 2 montre une amélioration des performances avec l'augmentation du taux de

protéines que l'on prenne en compte le poids moyen final, la croissance exprimée en termes de gain de poids ou de taux d'accroissement spécifique, ou bien encore l'indice de consommation. Toutefois, les différences observées entre le régime T5 à 32.8 % de protéines brutes et le régime T6 à 38.5 % de protéines brutes ne peuvent être considérées comme significatives. On constate également qu'à énergie digestible constante (Tableau 3), la consommation volontaire diminue avec l'augmentation du taux de protéines. Autrement dit, le poisson compense la faible teneur en protéines dans l'aliment par une consommation plus importante de celui-ci. Ceci reste cependant limité car on admet généralement que le poisson cherche prioritairement à couvrir ses besoins en énergie et que son appétit est régulé par la quantité d'énergie digestible ingérée.

C'est aussi en raison de ce déséquilibre protéino-énergétique que les coefficients d'efficacité et d'utilisation des protéines sont moins élevés pour le régime T2 que pour le régime T3 alors que, d'une manière générale, le CEP et le CUP ont tendance à diminuer avec l'augmentation des taux de protéines dans les aliments (Tableau 3). Il en est de même pour le ratio N retenu/N digestible ingéré, les protéines étant plus efficacement utilisées lorsqu'elles sont présentes en faibles quantités.

Le CUE et la part de l'énergie retenue par rapport à l'énergie digestible ingérée sont maximales pour les régimes T4 et T5. Quand, dans les régimes, la proportion entre le taux de protéines et le taux de glucides diminue (la quantité de lipides restant par ailleurs constante), ces deux paramètres ont des valeurs plus faibles ce qui montre les limites d'une substitution possible des hydrates de carbone aux protéines comme source énergétique. Inversement, lorsque le taux de protéines est très élevé, le CUE diminue aussi, les protéines en excès étant alors brûlées pour fournir de l'énergie.

On retiendra surtout de cette expérimentation que la quantité d'azote fixé est maximale pour une quantité d'azote ingéré de 1.7 g/kg/jour. Ceci peut-être apporté par un régime alimentaire contenant 30 % de protéines digestibles, distribué sans restriction et dont le ratio protéines digestibles/énergie digestible est par ailleurs égal à 17.7 mg/kJ. L'utilisation d'un tel régime donne un taux maximum de protéines et un taux minimum de lipides dans la carcasse (tableau IV). Enfin, il apparaît que, sauf proportion très importante d'amidon cru dans l'aliment ou déséquilibre du ratio protéino-énergétique, les CUE des protéines et de l'énergie restent constants quelle que soit la composition des régimes alimentaires.

## II. EPARGNE DES PROTEINES PAR LES LIPIDES

### II.1. Protocole expérimental

Quatre régimes alimentaires combinant deux taux de protéines et deux taux de lipides ont été formulés, les deux taux de protéines étant ceux des régimes T4 et T5 de la précédente expérimentation, soit respectivement 25 et 33 %. Des taux de lipides de 8 à 16 % ont été retenus, le taux de 8 % correspondant à celui des formulations usuelles pour tilapias et le taux de 16 % correspondant au pourcentage maximum de lipides incorporables dans des aliments agglomérés par pressage (cas des aliments fabriqués en Afrique). La composition centésimale et la valeur bromatologique des aliments expérimentaux sont présentés dans le tableau 5. Ceux-ci ont été marqués à l'oxyde de chrome afin d'évaluer leur digestibilité.

Chaque régime a été testé en triplicat, les bacs étant alevinés avec 38 poissons. Ceux-ci ont été nourris à raison de 3 % du poids vif par jour, les rations étant réajustées toutes les deux semaines après dénombrement et pesée des lots.

Comme décrit précédemment, des poissons ont été prélevés en début et en fin d'expérimentation pour déterminer les compositions corporelles initiales et finales.

Cette expérimentation a duré six semaines, les fèces étant collectés au cours des deux dernières semaines. Les dates de mortalité et le poids des morts ont été pris en compte pour calculer un indice de consommation corrigé. L'ensemble des données recueillies sur les aliments, les carcasses et les fèces a permis notamment d'évaluer, connaissant les consommations d'aliments

- les C.E.P
- les C.U.Da et les coefficients d'utilisation de la matière sèche, des protéines, des lipides et de l'énergie.

### II.2 Résultats

Le tableau 6 montre une incidence nette du taux de protéines sur le poids moyen final et l'indice de consommation alors qu'à taux égal de protéines, le taux de lipides n'a pas d'influence significative sur les résultats de croissance ou l'indice de consommation. Toutefois, le régime D2 à 25 % de protéines et 16 % de lipides donne statistiquement un gain de poids et un taux d'accroissement spécifique non différents de ceux obtenus avec les régimes à 33 % de protéines.

Si le CUDa des lipides reste constant indépendamment des taux de lipides et de protéines il n'en est pas de même pour le CUDa des protéines qui, quel que soit le taux de protéines contenu dans l'aliment, passe de 84 % à environ 77-78 % lorsque le taux de lipides est multiplié par 2 (tableau 7)

Cette moindre digestibilité des protéines lorsque le taux de lipides augmente (qui ne semble



pas avoir été mise en évidence chez d'autres espèces), s'accompagne d'une baisse légère des CUDa de la matière sèche et de l'énergie, les différences n'étant toutefois pas significatives entre régimes isoprotéiques.

Le calcul des coefficients d'utilisation par rapport à l'ingéré ne met pas en évidence de différences entre les quatre régimes alimentaires en ce qui concerne les protéines et l'énergie (Tableau 8). Recalculés par rapport à l'ingéré digestible, on constate cependant que les CUP et les CUE des régimes D2 à D4 à fort taux de lipides sont supérieurs (mais pas toujours de manière significative compte-tenu de la variabilité des résultats) à ceux des régimes à faible taux de lipides ayant une teneur comparable en protéines, respectivement D1 et D3. Le classement des régimes alimentaires en fonction des CEP et des CUP, exprimés par rapport à l'ingéré digestible, est identique, le meilleur résultat étant obtenu avec le régime D2.

Il se produit donc bien un certain effet d'épargne des protéines par les lipides qui se traduit par une meilleure rétention des protéines mais également par une meilleure rétention de la matière sèche.

Le coefficient d'utilisation des lipides est d'autant plus important que l'aliment est peu riche en protéines et en lipides. La valeur de ce coefficient est maximale avec le régime D1 vraisemblablement en raison de sa plus grande teneur en amidon et de la bioconversion des glucides en lipides.

L'analyse des compositions corporelles montre que le taux de protéines dans la carcasse est indépendant de la nature des régimes alimentaires (Figure 1). Par contre, les poissons nourris avec des aliments riches en lipides contiennent plus de graisses.

Sur le plan pratique, la substitution des lipides aux protéines dans les aliments pour tilapias apparaît d'un intérêt limité en ce qui concerne la croissance et l'indice de consommation en raison, peut-être, de la baisse de la digestibilité des protéines avec l'augmentation du taux de lipides. Il conviendrait de vérifier, toutefois, en fonction du coût des matières premières locales, quelle pourrait être l'incidence d'une telle substitution sur le plan économique.

Tableau 1 : Composition centésimale et valeur bromatologique (en % de la matière sèche) des régimes expérimentaux.

Régime	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6
Farine de poisson	0.0	4.0	7.0	10.0	15.0	17.6
Tourteau de soja	0.0	11.0	20.0	31.0	40.5	50.0
Amidon cru de blé	80.0	66.0	54.5	41.5	28.0	17.0
Son de blé	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Huile d'arachide	11.0	10.0	9.5	8.5	7.5	7.0
Vitamines	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Minéraux	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Alginat de Sodium	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Oxyde de chrome	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Protéines brutes	1.61	9.51	15.87	24.02	32.80	38.54
Lipides	12.12	12.29	11.95	11.33	10.57	10.41
Cendres	2.77	3.99	5.06	6.33	7.89	8.70
Energie brute (kJ/g)	19.85	20.07	20.18	20.29	20.33	20.56



Tableau 2 : Effet des régimes sur la croissance, l'indice de consommation corrigé et la consommation volontaire d'aliment.

Régime	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6
Poids moyen initial (g)	8.27 <sup>a</sup>	8.20 <sup>a</sup>	8.21 <sup>a</sup>	8.26 <sup>a</sup>	8.25 <sup>a</sup>
Poids moyen final (g)	16.49 <sup>d</sup>	25.24 <sup>c</sup>	32.87 <sup>b</sup>	36.84 <sup>a</sup>	39.41 <sup>a</sup>
Gain de poids (%)	99.45 <sup>d</sup>	208.00 <sup>c</sup>	299.95 <sup>b</sup>	346.14 <sup>a</sup>	377.49 <sup>a</sup>
Taux spécifique de croissance (%)	1.53 <sup>d</sup>	2.50 <sup>c</sup>	3.08 <sup>b</sup>	3.32 <sup>a</sup>	3.47 <sup>a</sup>
Survie (%)	99.2	99.2	95.0	94.2	97.5
Consommation volontaire journalière(%)	4.98 <sup>a</sup>	4.31 <sup>b</sup>	3.80 <sup>c</sup>	3.32 <sup>d</sup>	3.22 <sup>d</sup>
Indice de consommation corrigé des mortalités	3.41 <sup>a</sup>	1.91 <sup>b</sup>	1.43 <sup>c</sup>	1.19 <sup>d</sup>	1.11 <sup>d</sup>

Sur une même ligne, les moyennes portant la même lettre en indice ne diffèrent pas significativement ( $P > 0.05$ ).

Tableau 3 : Digestibilité des protéines et de l'énergie et bilans de l'utilisation des protéines et de l'énergie en fonction des régimes alimentaires

Régime	T2	T3	T4	T5	T6
CEP	3.09ab	3.32a	2.90b	2.57c	2.33c
Protéines brutes (%)	9.61	15.87	24.02	32.80	38.54
CUDA des protéines (%)	81.2	87.0	87.3	91.5	91.9
Protéines digestibles (%)	7.72	13.81	20.97	30.01	35.41
N ingéré (mg/kg/j)	741.2e	1071.5d	1426.8c	1703.7b	1941.5a
N ingéré digestible (mg/kg/j)	603.4	930.2	1244.2	1559.1	1785.2
CUP (%)	39.0b	46.2a	44.2a	42.1ab	33.6c
N retenu (mg/kg/j)	289.8d	494.1c	630.1b	716.4a	652.9b
N retenu/N ingéré digestible (%)	47.9	53.1	50.6	46.0	36.6
Energie brute (kJ/g)	20.07	20.18	20.29	20.33	20.56
CUDA de l'énergie (%)	72.4	80.0	81.4	83.2	81.7
Energie digestible (kJ/g)	14.52	16.14	16.52	16.92	16.81
Energie ingérée (kJ/kg/j)	978a	852a	753a	660b	647b
Energie digestible ingérée (kJ/kg/j)	708	680	613	549	529
CUE (%)	18.0d	26.9c	32.5ab	33.9a	30.5b
Energie retenue (kJ/kg/j)	177	229	244	224	197
Energie retenue/énergie digestible ingérée (%)	25.0	33.7	39.8	40.8	37.2
Prot. digestibles/énergie digestible (mg/kJ)	5.3	8.6	12.7	17.7	21.1

Tableau 4 : Effet des régimes sur la composition corporelle (taux de protéines, lipides et cendres en % de la matière sèche ; Energie brute en kJ par g de matière sèche).

	Composition corporelle initiale	T2	T3	T4	T5	T6
Matière sèche (%)	24.85	32.69 <sup>a</sup>	31.86 <sup>a</sup>	31.34 <sup>a</sup>	29.24 <sup>b</sup>	26.27 <sup>c</sup>
Protéines	60.01	42.10 <sup>d</sup>	44.80 <sup>c</sup>	48.28 <sup>b</sup>	54.86 <sup>a</sup>	55.34 <sup>a</sup>
Lipides	27.98	48.28 <sup>a</sup>	47.14 <sup>ab</sup>	45.07 <sup>b</sup>	36.09 <sup>c</sup>	35.86 <sup>c</sup>
Cendres	13.36	10.91 <sup>a</sup>	8.51 <sup>b</sup>	8.35 <sup>b</sup>	10.61 <sup>ab</sup>	10.85 <sup>a</sup>
Energie	22.77	27.38 <sup>a</sup>	27.66 <sup>a</sup>	27.05 <sup>a</sup>	26.02 <sup>b</sup>	25.50 <sup>b</sup>

Sur une même ligne, les moyennes portant la même lettre en indice ne sont pas significativement différentes ( $P > 0.05$ )



Tableau 5 : Composition centésimale et valeur bromatologique  
(en % de la matière sèche) des régimes expérimentaux.

Régime	D 1	D 2	D 3	D 4
Farine de poisson	10	10	15	15
Tourteau de soja	31	31	40.5	40.5
Amidon cru de blé	44	37.5	30.5	23.5
Son de blé	5	5	5	5
Huile d'arachide	6	12.5	5	12
Vitamines	1	1	1	1
Minéraux	1	1	1	1
Alginate de sodium	1	1	1	1
Oxyde de chrome	1	1	1	1
Total	100	100	100	100
Protéines brutes	24.90	24.83	33.60	33.22
Lipides	8.96	16.28	8.33	16.57
Cendres	6.71	6.50	8.10	8.06
Energie brute (kJ/g)	19.40	20.81	19.52	21.23

Tableau 6 : Effet des régimes sur la croissance et l'indice de consommation

Régime	D 1	D 2	D 3	D 4
Poids moyen initial (g)	<sup>a</sup> 18.9	<sup>a</sup> 18.7	<sup>a</sup> 19.0	<sup>a</sup> 19.1
Poids moyen final (g)	<sup>b</sup> 37.8	<sup>b</sup> 39.1	<sup>a</sup> 42.5	<sup>a</sup> 43.0
Gain de poids (%)	<sup>b</sup> 99.5	<sup>ab</sup> 108.4	<sup>a</sup> 123.4	<sup>a</sup> 124.6
Taux spécifique de croissance (%)	<sup>b</sup> 1.68	<sup>ab</sup> 1.79	<sup>a</sup> 1.96	<sup>a</sup> 1.97
Survie (%)	98.3	93.8	96.5	98.7
Indice de consommation corrigé	<sup>b</sup> 1.58	<sup>b</sup> 1.46	<sup>a</sup> 1.25	<sup>a</sup> 1.20

Sur une même ligne, les moyennes portant la même lettre en indice ne diffèrent pas significativement ( $P > 0.05$ )

Tableau 7 : Coefficients d'utilisation digestive apparents (CUDa en %) de la matière sèche, des lipides, des protéines et de l'énergie contenus dans les différents régimes.

Régime	D1	D2	D3	D4
CUDa de la matière sèche	a 73.8	ab 71.4	ab 71.5	b 69.0
CUDa des lipides	a 81.0	a 81.9	a 80.8	a 81.6
CUDa des protéines	a 84.4	b 77.2	a 83.8	b 78.7
CUDa de l'énergie	a 76.6	ab 73.6	ab 74.3	b 72.7

Sur une même ligne, les moyennes portant la même lettre en indice ne diffèrent pas significativement ( $P > 0.05$ )

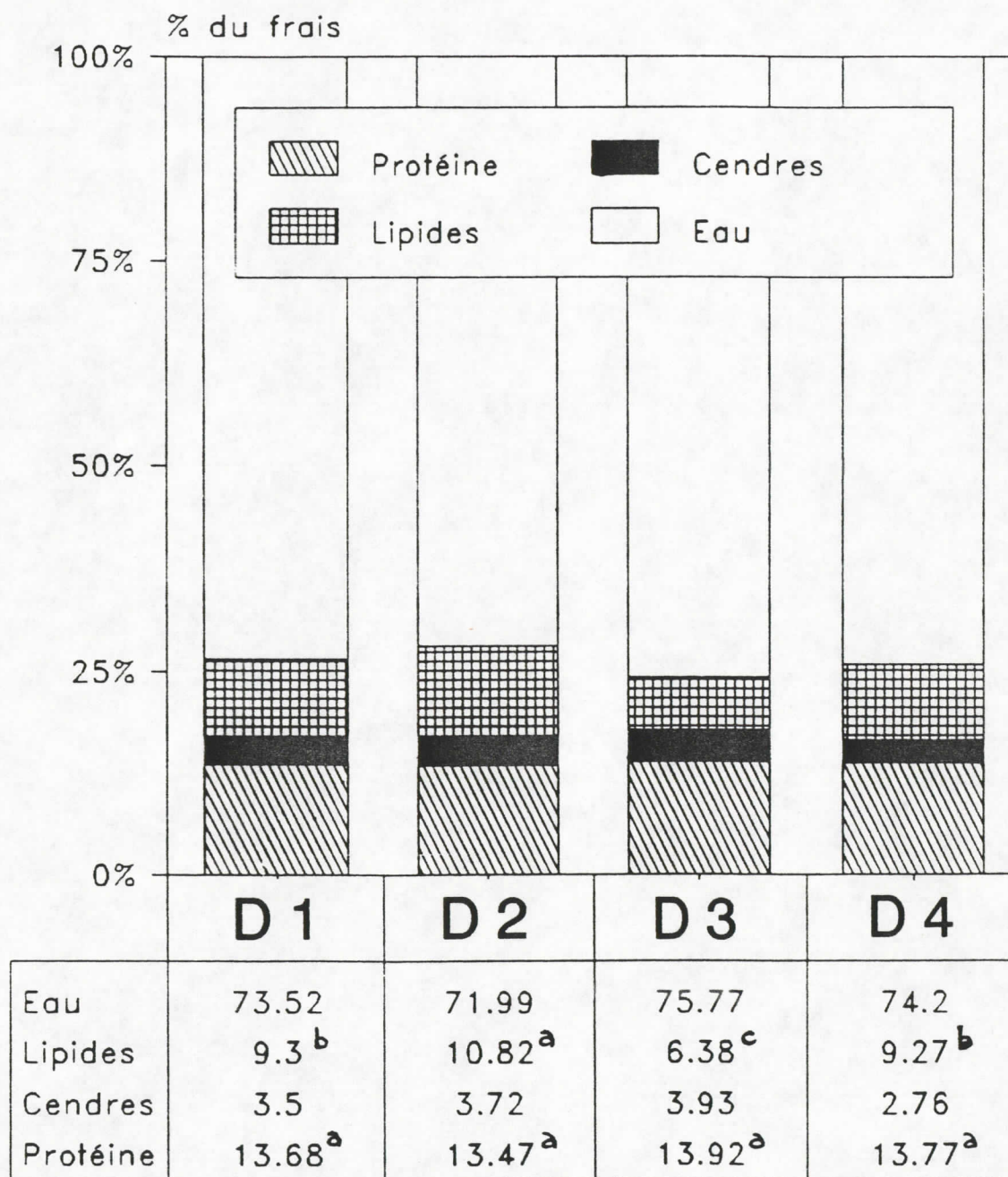


Tableau 8 : Coefficients d'efficacité des protéines (CEP) et coefficients d'utilisation de la matière sèche, des protéines (CUP), de l'énergie (CUE) et des lipides (CUL) par rapport à l'ingéré et à l'ingéré digestible

Régime	D 1	D 2	D 3	D 4
CEP	<sup>ab</sup> 2.51	<sup>a</sup> 2.75	<sup>b</sup> 2.38	<sup>ab</sup> 2.53
Coefficient d'utilisation par rapport à l'ingéré (%) :				
Matière sèche	<sup>b</sup> 17.5	<sup>ab</sup> 20.8	<sup>ab</sup> 18.5	<sup>a</sup> 21.8
C.U.P.	<sup>a</sup> 35.4	<sup>a</sup> 37.6	<sup>a</sup> 34.3	<sup>a</sup> 36.0
C.U.E.	<sup>a</sup> 24.7	<sup>a</sup> 28.8	<sup>a</sup> 22.2	<sup>a</sup> 29.0
C.U.L.	<sup>a</sup> 82.8	<sup>ab</sup> 61.5	<sup>b</sup> 57.1	<sup>b</sup> 56.0
Coefficients d'utilisation par rapport à l'ingéré digestible (%) :				
Matière sèche	<sup>c</sup> 23.7	<sup>ab</sup> 29.2	<sup>bc</sup> 25.8	<sup>a</sup> 31.6
C.U.P	<sup>ab</sup> 41.9	<sup>a</sup> 48.7	<sup>b</sup> 41.0	<sup>ab</sup> 45.7
C.U.E.	<sup>a</sup> 32.2	<sup>a</sup> 39.1	<sup>a</sup> 29.9	<sup>a</sup> 39.9
C.U.L.	<sup>a</sup> 102.1	<sup>ab</sup> 75.1	<sup>b</sup> 70.7	<sup>b</sup> 68.7

Sur une même ligne, les moyennes portant la même lettre en indice ne diffèrent pas significativement ( $P > 0.05$ )

Figure 1 : Effet des régimes sur la composition corporelle (en % de la matière fraîche)



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DAVIS (A.T.) et STICKNEY (R.R.), 1978. Growth responses of *Tilapia aurea* to dietary protein quality and quantity.  
*Trans. Am. Fish. Soc.*, 107 (3) : 479-483.
- HAYLOR (G.S.), BEVERIDGE (M.C.M.) et JAUNCEY (K.), 1988. Phosphorus nutrition of juvenile *Oreochromis niloticus*.  
*In Proc. Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. PULLIN R.S.V., BHUKASWAN T., TONGUTHAI K. et MACLEAN J.L., Eds. Department of Fisheries (Thaïland) and ICLARM (Philippines) : 341-346.
- JAUNCEY (K.), 1982. The effects of varying dietary protein level on the growth food conversion, protein utilisation and body composition of juvenile tilapias (*Sarotherodon mossambicus*).  
*Aquaculture*, 27 : 43-54.
- JAUNCEY (K.) ET ROSS (B.), 1982. A guide to tilapia feeds and feeding.  
Institute of Aquaculture. University of Stirling (Scotland), 111 p.
- JAUNCEY (K.), TACON (A.G.J.) et JACKSON (A.J.), 1983. The quantitative essential amino acid requirements of *Oreochromis* (= *Sarotherodon*) *mossambicus*.  
*In Proc. International Symposium on Tilapia in Aquaculture*. FISHELSON L. et YARON Z. (Eds.). Tel Aviv University (Israël) : 328-337.
- KANAZAWA (A.), TESHIMA (S.), SAKAMOTO (M.) et AWAL (M.A.), 1980. Requirements of *Tilapia zillii* for essential fatty acids.  
*Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 46 (11) : 1353-1356.
- LAZARD (J.), MORISSENS (P.) et PARREL (P.), 1988. La pisciculture artisanale du *Tilapia* en Afrique : Analyse de différents systèmes d'élevage et de leur niveau de développement.  
*Bois For. Trop.*, 215 : 77-92.
- LUQUET (P.), 1984. Rapport de mission d'appui en alimentation au Projet de développement de la Pisciculture au Bénin.  
CTFT/CIRAD : 23 p.
- MAZID (M.A.), TANAKA (Y.), KATAYAMA (T.), SIMPSON (K.L.) et CHICHESTER (C.O.), 1978. Metabolism of amino acids in aquatic animals. 3. Indispensable amino for *Tilapia zillii*.  
*Bull. Jap. Soc. Fish.*, 44 (7) : 739-742.

- MAZID (M.A.), TANAKA (Y.), KATAYAMA (T.), ASADUR RAHMAN (M.), SIMPSON (K.L.) et CHICHESTER (C.O.), 1979. Growth response of *Tilapia zillii* fingerlings fed isocaloric diets with variable protein levels.  
*Aquaculture*, 18 : 115-122.
- MUSISI (L. M.), 1984. The nutrition growth and energetics of tilapia, *Sarotherodon mossambicus*.  
*University of London* : 505 p.
- N.R.C., 1983. Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes.  
*National Academy Press, Washington, D.C. (E.D.)* : 102 p.
- WINFREE (R.A.) et STICKNEY (R.R.), 1981. Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*  
*J. Nutr.*, 111 (6) : 1001-1012.

### III. DIGESTIBILITE DE MATIERES PREMIERES D'ORIGINE AFRICAINE

On admet que la digestibilité a généralement un caractère additif. Il est donc normalement possible, pour un aliment composé, de déterminer la digestibilité de chacune des fractions nutritives (matière sèche, protéines, lipides, glucides, énergie, etc...) si on connaît la digestibilité de ces mêmes fractions pour chaque matière première entrant dans la composition de cet aliment.

Les travaux réalisés avaient pour but de se doter des données précises sur la qualité d'un certain nombre d'ingrédients d'origine africaine susceptibles d'entrer dans la composition des aliments piscicoles. Nous avons pu obtenir les matières premières suivantes grâce à l'aide de nos collègues de CTFT/CIRAD : farine de poissons, farine basse de riz, refus de manioc, tourteau de coton et tourteau de coprah.

Pour cette expérimentation, un régime de base ayant la composition suivante a été réalisé

8 %	de son de blé
20	farine de poisson
40	tourteau de soja
20	amidon cru de blé
8	huile d'arachide
1	alginate de sodium
1	vitamines
1	minéraux
1	oxyde de chrome

A partir de cet aliment de base (RB), les aliments expérimentaux ont été constitués d'une proportion de RB (70%) et d'une proportion (30%) de la matière première concernée. Les digestibilités des aliments ont été mesurées par la méthode indirecte, avec comme traceur inerte l'oxyde de chrome (1% dans l'aliment). La récolte des fèces a été effectuée grâce au collecteur automatique mis au point par le laboratoire de Nutrition des Poissons de l'INRA.

Les bacs ont été chargés avec environ 1,2kg de poissons, ceux-ci étant nourris 2 fois par jour à raison de 2,5 à 3% du poids vif. les poissons ont d'abord été adaptés aux aliments pendant une semaine, l'étude de digestibilité en elle-même se déroulant au cours des 10 jours suivants. Le protocole expérimental permet d'éviter une contamination de fèces récoltées par les aliments distribués. Les fèces ont été récupérées tous les matins à 9 heures durant une semaine et conservées au congélateur jusqu'aux analyses.

Les analyses des échantillons d'aliments et de fèces ont été effectuées par IEMVT et en partie à l'INRA (pour vérification/confirmation).

Le coefficient d'utilisation digestive apparente (CUDa) d'un nutriment A a été estimé comme suit

$$\text{CUDa de A} = \left(1 - \frac{\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ dans l'aliment} \times \% \text{A dans le fèces}}{\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ dans le fèces} \times \% \text{A dans aliment}}\right) \times 100$$



Le CUDa d'une matière première (X) donnée a été calculé de la façon suivante

CUDa de l'aliment test  $(0,7 \times \text{CUDa de l'aliment de base} / 0,3)$

où l'aliment test contient 70% de l'aliment de base et 30% de la matière première X.

### Résultats et Discussion

La composition des matières premières et les valeurs de CUDa sont rapportés dans les tableaux III.1 et III.2. Les valeurs de la composition correspondent bien avec des valeurs connues pour ces matières premières.

Les valeurs de CUD obtenus chez le Tilapia : il convient de noter les quelques valeurs très élevées du CUD des protéines et de la matière grasse (> 100%); ceux-ci résultent d'une part de la teneur très faible en lipide ou en protéine des matières premières et d'autre part sans doute aux méthodes analytiques (une hydrolyse préalable des échantillons de matières premières, d'aliments et de fèces aurait sans doute permis de mieux préciser les valeurs, notamment des lipides). Ne disposant de données fiables sur la digestibilité des nutriments chez le tilapia dans la littérature, il nous est difficile d'effectuer une analyse comparative.

Farine de poisson : La farine de poisson a une teneur en cendre un peu élevé (19% de la MS). Les valeurs de CUD correspondent bien avec celles connues pour d'autres espèces. L'énergie digestible (DE) est de 4,53 kcal/g MS, plus élevé que la valeur habituellement retenue (4,04, valeur NRC).

Tourteau de coton : La valeur faible du CUD de la protéine du tourteau de coton (<60%) est quelque peu en contradiction avec des valeurs connues pour cette matière première chez le poisson chat (76, 81 ou 88 %; valeurs dans la littérature). La valeur pour DE est également faible (2,07 kcal/g MS). Dans la littérature, les résultats sur l'utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation du tilapia semblent quelque peu contradictoire si chez le tilapia de mossambique, l'emploi du tourteau de coton ne semble pas poser de problème (Jackson et al. 1982,; Aquaculture 27, 97-103), les travaux d'Ofojekwu et Eijika (1984; Aquaculture 42, 27-36) montrent une mauvaise utilisation du tourteau de coton chez le tilapia du nil. Il me semble que les différences sont plus liées à la qualité des matières premières qu'à celles d'origine biotique. La valeur faible de la digestibilité peut résulter de la présence de facteurs anti-nutritionnels (gossypol, acide phytique, flavones, acides gras cyclopropionique, mycotoxines etc.,). Cette matière première est également carencé en lysine et en méthionine avec un indice chimique de l'ordre de 50.

Tourteau de coprah : Carencé en lysine également avec un indice chimique faible (de l'ordre de 30), le tourteau de coprah a une teneur élevé en cellulose. Les valeurs de CUD de cette matière première sont cependant plus élevées que celles de l'échantillon du tourteau de coton que nous avons testé. L'apport énergétique de cette matière première est de 3,5 kcal d'énergie digestible/g MS.



Farine basse de riz et farine de manioc : Ingrédients ayant un intérêt principalement en tant que source glucidique, la digestibilité de l'amidon de ces deux matières premières est de 68 et de 48%. La variabilité observée quant à la digestibilité de l'amidon du refus de manioc peut provenir de la non-homogénéité des échantillons de fèces. Il convient aussi de signaler les problèmes liés au dosage de l'amidon (difficiles à maîtriser). Les facteurs anti-nutritionnels connus pour ces deux matières premières sont l'acide phytique, les inhibiteurs protéasiques, les mycotoxines, les hémagglutinines et les flavones.

Cette étude devrait être utilement complétée par une expérimentation de même nature réalisée sur d'autres matières premières quantitativement importantes en Afrique (tourteaux d'arachide, de palmiste et de soja, remoulage de blé, maïs entier) et par une expérimentation de digestibilité sur des aliments composés afin de vérifier si les digestibilités des matières premières sont bien additives.

Tableau III.1. Composition de quelques matières premières d'origine africaine.

	Matière sèche (%)	Protéine % (N×6.25)	Mat.grasse % MS	Amidon % MS	Phosphore % MS	Cellulose % MS	Cendre % MS	Energie kcal/g MS
Farine de Poissons	90.57	69.05	7.42	12.86	3.24	0.22	19.01	4.882
Tourteau de Coton	88.53	53.33	2.27	13.59	1.67	7.94	8.37	4.683
Tourteau de Coprah	88.62	25.34	2.54	9.98	0.62	18.69	6.40	4.405
Farine Basse de Riz	87.21	10.12	2.17	74.88	0.44	0.95	3.26	4.309
Refus de Farine de Manioc	87.23	0.93	0.44	88.13	0.02	6.58	1.41	4.138

Tableau III.2. Coefficient d'utilisation digestive (CUDa) des matières premières  
chez le *Tilapia nilotica*

	MS (%)	Protéine (%)	Lipide (%)	Energie (%)	Phosphore (%)	Amidon (%)	Energie digestible (kcal/g MS)
<b>Farine de Poissons</b>							
moyenne	85.4	93.1	98.3	92.8	43.7	87.3	4.53
écart type	7.4	3.3	3.2	4.4	14.5	4.1	
<b>Tourteau de Coton</b>							
moyenne	44.3	57.2	46.0	44.1	20.9	40.9	2.07
écart type	4.4	6.2	25.7	2.3	15.8	6.2	
<b>Tourteau de Coprah</b>							
moyenne	75.0	91.2	115.4	78.9	67.1	81.6	3.48
écart type	3.7	5.8	26.2	1.2	41.8	7.0	
<b>Farine basse de Riz</b>							
moyenne	93.5	91.7	129.3	97.5	78.1	67.3	4.20
écart type	2.9	0.6	2.3	3.4	0.2	2.3	
<b>Farine de Manioc</b>							
moyenne	86.4	107.1	120.7	89.7	92.4	47.9	3.93
écart type	6.6	12.8	8.2	7.9	23.6	30.6	

#### IV. CONTRIBUTION DES ACIDES AMINÉS NON INDISPENSABLES A L'ÉPARGNE PROTÉIQUE CHEZ LE TILAPIA

##### INTRODUCTION

Les besoins protéiques du tilapia juvénile ont été estimés à 30 % (De Silva et Perera, 1985 ; Wang *et al.*, 1985 a et b ; Siddiqui *et al.*, 1988 ; étude bibliographique de De Silva *et al.*, 1989). Mais la somme des besoins en acides aminés indispensables (AAI; Santiago et Lovell, 1988) ne représente que 10 % de l'aliment. Il est maintenant bien connu qu'une large proportion de l'apport protéique est utilisé à des fins énergétiques par le poisson (Cho et Kaushik, 1985), et c'est ce qui explique que le taux d'oxydation des acides aminés est plus important chez les poissons que chez les mammifères (Fauconneau et Arnal, 1985). Chez les vertébrés supérieurs, l'importance des acides aminés non indispensables (AANI) dans la nutrition a déjà été soulignée par de nombreux auteurs, notamment parce qu'une déficience en ces derniers entraîne une oxydation des AAI (Harper, 1974 ; Jackson, 1983 ; Laidlaw et Kopple, 1987). C'est pourquoi Stucki et Harper (1962), chez le rat, et Bedford et Summers (1985), chez le poulet ont cherché à définir le rapport optimal des AANI sur l'ensemble des acides aminés. Ils l'ont estimé par à 50 %. Etant donné leur importance dans la nutrition énergétique du poisson, une attention particulière doit donc être apportée à cette fourniture d'acides aminés. Des études récentes menées sur la truite ont montré que les protéines pouvaient être épargnées par l'apport, soit d'un mélange d'AANI (Smith et Harper, 1983), soit d'un seul acide aminé tel que l'alanine (Smith et Harper, 1983), l'aspartate (Fauconneau, 1988) ou le glutamate (Hughes, 1985). Nous avons voulu tester cet effet d'épargne chez le tilapia.

##### MATERIEL ET METHODES

Le régime de base (RB) a été formulé pour comporter 20 kJ/g de matière sèche d'énergie brute et 30 % de protéines, apportées pour 75 % par du tourteau de soja et pour 25 % par de la farine de poisson (tableau 1). Dans les régimes expérimentaux, les apports protéiques ont été diminués de 25 et de 50 % (respectivement R22 et R15). Pour les régimes R22, ils ont été compensés, soit par un mélange d'AANI comparable à celui de l'aliment de base (R22M), soit par de l'alanine (R22ala), du glutamate (R22glu) ou de la glycine (R22gly). Seul un régime R15 a été fabriqué, où l'apport d'azoté a été équilibré uniquement par le mélange d'acides aminés (R15M) (tableau 1).

Tableau 1 : Composition de régimes expérimentaux (%)

	RB	R22M	R15M	R22ala	R22glu	R22gly
Farine poisson	20.0	15.0	10.0	15.0	15.0	15.0
Tourteau soja	30.0	22.5	15.0	22.5	22.5	22.5
Amidon gélatinisé	37.0	41.2	45.5	43.2	39.5	44.0
Huile de poisson	8.0	8.5	9.0	8.5	8.5	8.5
Agar	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Vitamines	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Minéraux	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Alanine		0.9	1.8	5.8		
Aspartate		1.9	3.8			
Glutamate		2.6	5.2		9.5	
Glycine		0.9	1.8			5.0
Proline		0.7	1.4			
Serine		0.8	1.5			

Les acides aminés ont été enrobés dans de l'agar (Cowey, 1988) pour maximiser leur efficacité en rendant leur absorption simultanée à celle des acides aminés d'origine alimentaire. Tous les régimes ont été formulés pour être iso-azotés. Malheureusement, le retrait de protéagineux entraîne une perte d'azote non protéique que nous n'avons pas pu évaluer. En conséquence, les régimes R22 et R15M ont eu un niveau azoté un peu plus faible que celui de RB (tableau 2).

Tableau 2 : Composition chimique des régimes expérimentaux

	RB	R22M	R15M	R22ala	R22glu	R22gly
Matière sèche (%)	94.5	92.3	91.4	92.5	93.2	92.6
Azote (% MS)	4.8	4.7	4.3	4.6	4.5	4.6
Energie (kJ/gMS)	20.3	19.8	19.7	20.2	20.1	19.9
Lipides (% MS)	9.4	8.0	7.1	9.0	8.5	8.0
Cendres (% MS)	7.6	6.4	4.9	6.4	6.3	6.3
<i>Acides aminés (g/16g d'azote)</i>						
Alanine	5.8	7.5	9.1	24.3	4.4	4.4
Aspartate	12.5	15.9	19.3	9.4	9.4	9.4
Glutamate	16.3	21.2	26.0	12.2	44.9	12.2
Glycine	5.7	7.4	9.0	4.3	4.3	21.4
Proline	3.8	5.3	6.7	2.9	2.9	2.9
Serine	4.9	6.4	7.6	3.7	3.7	3.7
Arginine	6.7	5.0	3.4	5.0	5.0	5.0
Histidine	2.5	1.8	1.2	1.8	1.8	1.8
Isoleucine	4.4	3.3	2.2	3.3	3.3	3.3
Leucine	7.5	5.7	3.8	5.7	5.7	5.7
Lysine	6.9	5.2	3.4	5.2	5.2	5.2
AA soufrés	3.4	2.6	1.7	2.6	2.6	2.6
AA aromatiques	8.6	6.5	4.3	6.5	6.5	6.5
Thréonine	4.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0
Tryptophane	1.3	1.0	0.6	1.0	1.0	1.0
Valine	5.8	4.4	2.9	4.4	4.4	4.4

NB Besoins en acides aminés indispensables définis par Santiago et Lowell (1988)  
 Arginine 4.0, Histidine 1.7, Isoleucine 3.3, Leucine 3.3, Lysine 5.0, AA soufrés 3.6, AA aromatiques 5.6, thréonine 3.7, Tryptophane 1.0, Valine 2.7

Chaque régime a été distribué à des triplicats de 40 tilapias *Oreochromis niloticus* de poids moyen initial de 5,51 g ( $\pm$  0,12 g) à raison de 5 % du poids vif. Les poissons ont été alimentés en continu 12 h par jour au moyen d'un tapis roulant, car Yamada *et al.* (1981) ont montré qu'une fréquence d'alimentation élevée permettait de maximiser l'efficacité des acides aminés de synthèse. Chaque bac (50 l) était alimenté avec de l'eau à 28-30°C à un débit de 2,2 l/mn.

L'expérience a duré 8 semaines ; les poissons ont été pesés toutes les 2 semaines pour suivre la croissance et réajuster les rations. A la fin de l'expérience, et après 1 jour de jeûne, 20 poissons ont été sacrifiés. La composition chimique a été déterminée sur 10 poissons entiers, un échantillon initial de 20 poissons avait été prélevé en début d'expérience. Les 10 autres poissons ont été disséqués : le foie, le tube digestif, le tissu adipeux et, le cas échéant, les gonades ont été isolés et pesés. Trois jours après la dernière pesée, les poissons ont été alimentés à 1 % du poids vif en un repas et la glycémie a été suivie par des prises de sang sériées effectuées dans l'artère caudale 0, 2, 4, 6, 9, 12 et 24 h après le repas pour les aliments R30, R22M et R15M. La glycémie



moyenne a été obtenue en calculant la moyenne des concentrations pondérées par l'heure de prélèvement. Pour les aliments R22ala, R22glu et R22gly, le sang n'a été prélevé qu'à 0 et 4 h, heure du pic postprandial de concentration des métabolites sanguin selon Yamada *et al.* (1982). Chaque poisson prélevé a été éliminé du bac. Les poissons restant dans les bacs ont été alimentés à raison de 2 % du poids vif en un repas par jour et 10 jours plus tard, les cinétiques d'excrétion d'ammoniac et d'urée ont été suivies pendant 24 h, en prélevant l'eau en entrée et en sortie des bacs, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 18 et 24 h après le repas. La quantité totale excrétée entre chaque heure de prélèvement (Q) a été calculée d'après la formule suivante :

$$Q = V (C_2 - C_1) + ((C_2 + C_1)/2) * d * (t_2 - t_1))$$

où : V est le volume du bac (l),  
 $C_i$  est la concentration (mg/ml) en urée ou en ammoniac de l'eau de sortie du bac au temps i moins la concentration en urée ou en ammoniac du bac vide au temps i,  
 $t_i$  est le temps (h) écoulé entre le repas et le prélèvement,  
d est le débit du bac.

Ces quantités ont été sommées et rapportées au poids des poissons présents dans le bac.

Sur les aliments et les carcasses, ont été dosés les matières sèches, par passage à l'étuve (100°C) pendant 24 h, les matières minérales par calcination (550°C) pendant 24h, l'azote par la méthode de Kjeldahl, l'énergie brute au moyen d'une bombe calorimétrique, les lipides par gravimétrie après extraction aux solvants. Le glucose du plasma a été déterminé par la méthode de la glucose oxydase (glucose autoanalyser Beckman). L'azote ammoniacal et uréique a été dosés par autoanalyser (Alpkem), selon la méthode décrite par Kaushik (1980).

La signification des différences observées entre les groupes a été testée par une analyse de variance (modèle glm, SAS), à une voie pour le bilan de croissance, en temps répétés pour les cinétiques et l'évolution de la croissance des poissons au cours des différentes périodes, et selon un modèle hiérarchisé pour la composition corporelle (moyenne = effet aliment + effet bac (hiérarchisé sous le facteur aliment)). Les moyennes ont été comparées deux à deux au moyen d'un test de Duncan.

## RESULTATS

### Croissance

Les poissons ont correctement ingéré les régimes expérimentaux. Le taux de survie a été optimal puisque seuls 4 morts ont été dénombrés, tous pour le régime R15M. La croissance permise par le régime RB a été supérieure ( $P < 0.05$  ; figure 1) à l'ensemble des autres régimes et l'indice de consommation a été plus faible ( $P < 0.05$ ). Le régime R15M s'est distingué par une croissance extrêmement faible et un indice de consommation particulièrement élevé (tableau 3). Les croissances observées avec l'ensemble des régimes R22 ont été identiques ( $P > 0.05$ ). Toutes ces différences ont été significatives ( $P < 0.05$ ) dès les premières semaines et se sont maintenues tout au long de la période expérimentale. Le coefficient d'utilisation protéique n'a pas été très différent pour les régimes RB et R22, les régimes comportant uniquement de l'alanine ou du glutamate ont toutefois entraîné une utilisation protéique légèrement inférieure à celle des autres régimes R22 (tableau 3). Le coefficient d'utilisation protéique observé avec le régime R15M a été le plus faible ( $P < 0.05$ ).



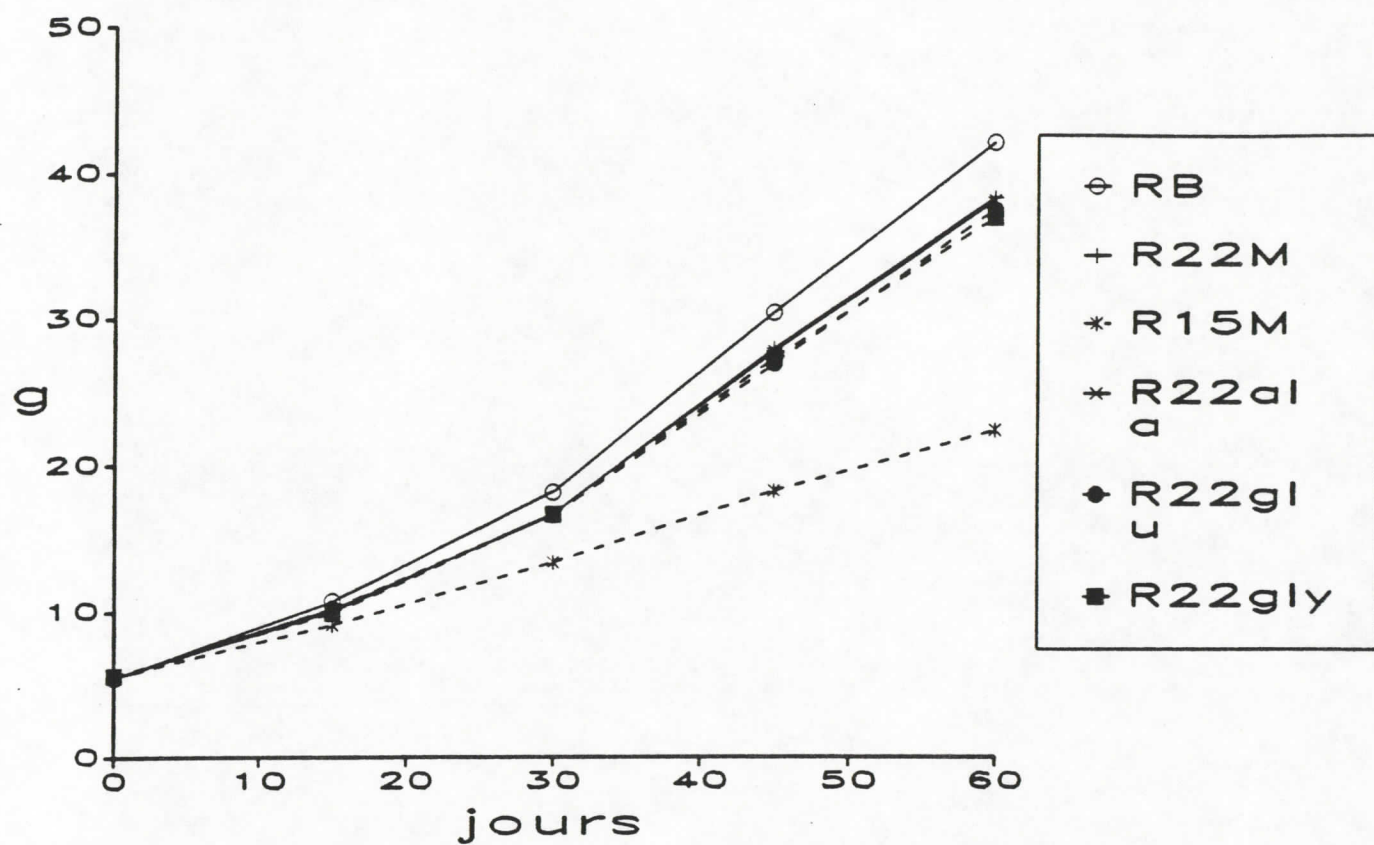


Figure 1 : Evolution du poids moyen

**Tableau 3 : Poids moyen initial (PMI), final (PMF), taux spécifique de croissance (TSC), indice de consommation (IC), coefficient d'efficacité protéique (CEP)**

	RB	R22M	R15M	R22ala	R22glu	R22gly	ETr
PMI (g)	5.45	5.48	5.53	5.50	5.49	5.61	0.12
PMF (g)	42.08a	38.29b	22.40c	38.09b	37.46b	36.92b	1.26
TCS (%)	1.71a	1.63b	1.17c	1.61b	1.60b	1.57b	0.19
IC	1.11a	1.23b	1.87c	1.25b	1.23b	1.29b	0.22
CEP	2.98a	2.81ab	1.93c	2.77b	2.86ab	2.72b	0.38

ETr est l'écart-type résiduel de l'analyse de variance de modèle : valeur observée = moyenne + effet aliment + résiduelle.

Les nombres d'une même ligne suivis d'exposants différents sont significativement différents ( $P < 0.05$ ).

### Composition corporelle

L'analyse de la composition chimique des carcasses n'étant pas encore terminée à ce jour, nous limiterons cette étude à l'effet de l'aliment sur la composition corporelle.

Le poids des 10 animaux disséqués a été inférieur pour l'aliment R15M ( $P < 0.001$  ; tableau 4). Il semble que le coefficient de conformité ait été inférieur pour les aliments R15M et R22ala, mais il faut noter un effet important du type de bac sur ce paramètre ( $P < 0.001$ ), indiquant une influence des conditions d'élevage sur cet indice (lumière, rapports de dominance entre les poissons...). Ormis le régime R22M, les régimes comportant des acides aminés de synthèse se sont caractérisés par un rapport hépatosomatique supérieur à celui du régime témoin ( $P < 0.05$  ; tableau 4). La proportion de tissu adipeux n'a pas été significativement différente d'un régime à l'autre (en moyenne 4.45 % ;  $P > 0.20$ ), mais ce fait est peut être associé à la forte variabilité interindividuelle et à la faible répétitivité de la qualité de la dissection (coefficient de variation résiduelle de 43 %). La proportion de tube digestif des poissons nourris avec le régime R15M a été plus élevée ( $P < 0.01$ ) que pour les autres régimes (3.4 contre 2.5 % en moyenne pour les autres régimes). Ceci peut être lié, soit à une masse de tissu adipeux péri-viscéral autour du tube digestif moins bien disséquée, soit à la présence de contenu digestif mal vidé. En conséquence, le rapport du poids de la carcasse éviscérée sur le poids total apparaît inférieur pour le régime R15M (tableau 4).

**Tableau 4 : Indices de conformité (CONF), hépatosomatique (HS), et proportion de carcasse éviscérée (CAR)**

	RB	R22M	R15M	R22ala	R22glu	R22gly	ETr
Poids (g)	44.70a	40.06a	23.24b	36.02a	38.66a	38.86a	11.94
CONF	1.99a	2.00a	1.84ab	1.84ab	2.07ab	2.09b	0.18
HS	2.51a	2.38a	3.29b	2.97ab	2.81ab	3.15b	0.81
CAR	87.56a	87.13ab	83.90c	86.42ab	86.18ab	86.34ab	1.65

ETr est l'écart-type résiduel de l'analyse de variance de modèle : valeur observée = moyenne + effet aliment + effet bac (hiérarchisé par l'effet aliment) + résiduelle.

Les nombres d'une même ligne suivis d'exposants différents sont significativement différents ( $P < 0.05$ ).

## Mesures biochimiques

### Excrétion d'azote ammoniacal et uréique

Les cinétiques d'excrétion d'ammoniac ont présenté des phases croissante et décroissante clairement définies (figure 2). Le pic d'excrétion a été observé entre 2 et 4 heures. Le manque de valeurs en phase croissante limite la modélisation, mais il semble toutefois que la décroissance ne soit pas de forme exponentielle. Les courbes d'excrétion de l'urée ont présenté plusieurs pics, mais les concentrations étaient tellement faibles qu'elles étaient à la limite de détection de l'appareil.

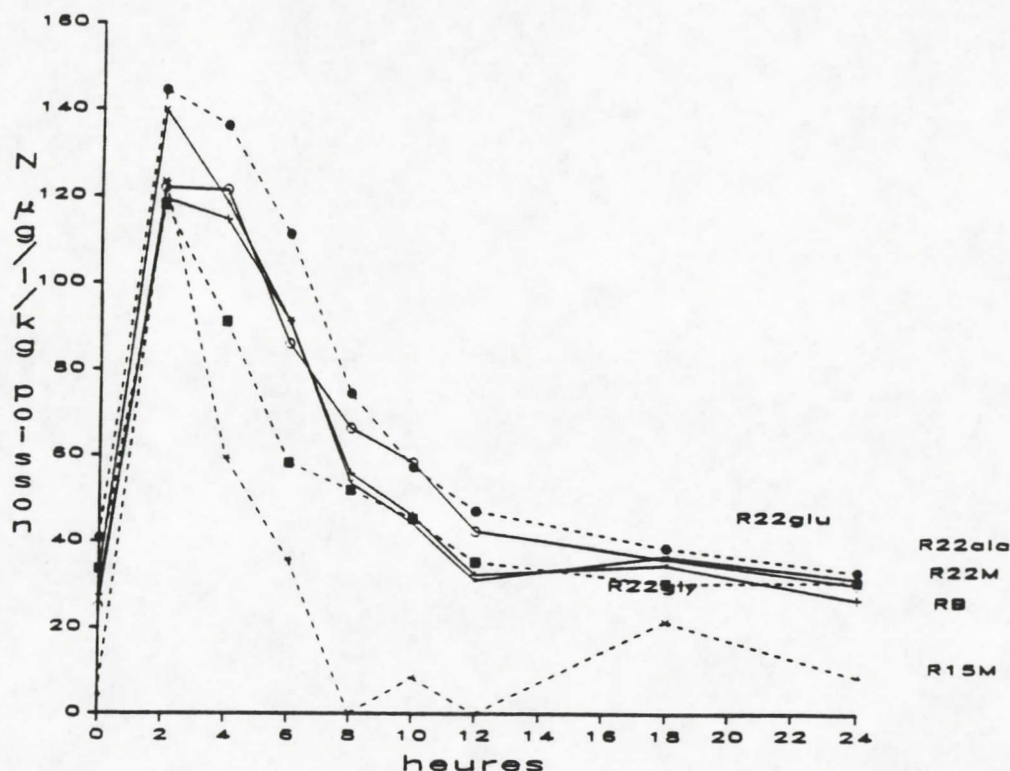


Figure 2 : Evolution de l'excrétion d'azote ammoniacal

L'excrétion d'azote ammoniacal a été comprise entre 160 et 194 mg/ml pour les régimes RB et R22 (tableau 4). Elle a été significativement plus faible ( $P < 0.05$ ) pour le régime R15M. L'excrétion d'azote uréique a été extrêmement variable (coefficient de variation résiduelle de 77 %). Le régime R15M tend toutefois à se distinguer par une excrétion d'urée plus importante. En conséquence, l'excrétion totale d'azote sous forme d'ammoniac et d'urée n'est pas significativement différente d'un régime à l'autre ( $P > 0.20$ ). La perte d'azote ingéré sous forme d'ammoniac a été en moyenne de 21 % et n'a pas été significativement différente d'un régime à l'autre ( $P > 0.50$ ). En revanche, la perte totale d'azote non fécal (ammoniac + urée) a été nettement plus importante pour le régime R15M ( $P < 0.01$ ), représentant presque 50 % de l'azote ingéré, alors qu'elle est en moyenne de 25 % pour les autres régimes.



Tableau 5 : Azote excrété sous forme d'ammoniac (NH<sub>4</sub>) et d'urée

	RB	R22M	R15M	R22ala	R22glu	R22gly	ETr
<i>Quantités excrétées (mg/kg poisson/j)</i>							
NH <sub>4</sub>	194.4a	164.6a	66.9b	191.8a	188.1a	161.6a	48.3
Urée	38.2	43.6	102.4	10.3	14.3	66.4	36.6
<i>Excrétion rapportée à l'ingestion (%)</i>							
NH <sub>4</sub>	21.4	19.2	19.4	22.5	24.2	19.5	3.1
NH <sub>4</sub> + Urée	25.6a	24.3a	48.8b	23.7a	25.9a	27.4a	4.2

ETr est l'écart-type résiduel de l'analyse de variance de modèle : valeur observée = moyenne + effet aliment + résiduelle.

Les nombres d'une même ligne suivis d'exposants différents sont significativement différents ( $P < 0.05$ ).

Nous avons pu établir une relation linéaire entre l'azote excrété sous forme d'ammoniac (NH<sub>4</sub>) et les quantités d'azote ingérées (NI), en mg/kg de poisson/j :

$$\text{NH}_4 = 0,212 (\pm 0,034) \text{ NI} - 1,294 (\pm 22,542) \quad r = 0,798$$

Mais les quantités ingérées n'ayant pas été très différentes pour les régimes RB et R22, cette relation est tirée par deux séries de points. La relation entre les quantités d'azote non fécal excrétées est moins bonne :

$$\text{NH}_4 + \text{urée} = 0,075 (\pm 0,029) \text{ NI} + 132,6 (\pm 19,54) \quad r = 0,525$$

### Glycémie

L'étude de la cinétique totale réalisée sur les régimes RB, R22M et R15M, montre que le pic postprandial de glycémie (82 à 106 mg/100 ml de plasma) a été atteint dès les 2 heures qui suivent le repas (figure 3). Le retour à la glycémie basale (42 à 46 mg/100 ml) a été observé entre 9 et 12 h pour les aliments RB et R22M. Pour l'aliment R15M, il semble qu'après un premier pic postprandial bref (retour aux valeurs de base dès 4 h), il y ait eu un second pic moins bien marqué entre 9 et 24 h qui expliquerait la valeur plus élevée observée chez les poissons à jeun. La glycémie moyenne a été plus élevée ( $P < 0.05$ ) pour le régime R15M (69,2 contre 53,4 et 54,8 mg/100 ml respectivement pour les régimes RB et R22). La comparaison des glycémies observées à 0 et 4 h pour l'ensemble des 6 régimes (tableau 5) confirme le fait que le niveau de base est plus élevé pour le régime R15M (78 mg/100 ml) que pour les autres régimes (50 mg/100 ml en moyenne). A 4 h, la glycémie est plus faible pour le régime R15M. Le pic post-prandial est sensiblement plus élevé pour les régimes R22glu et R22gly.

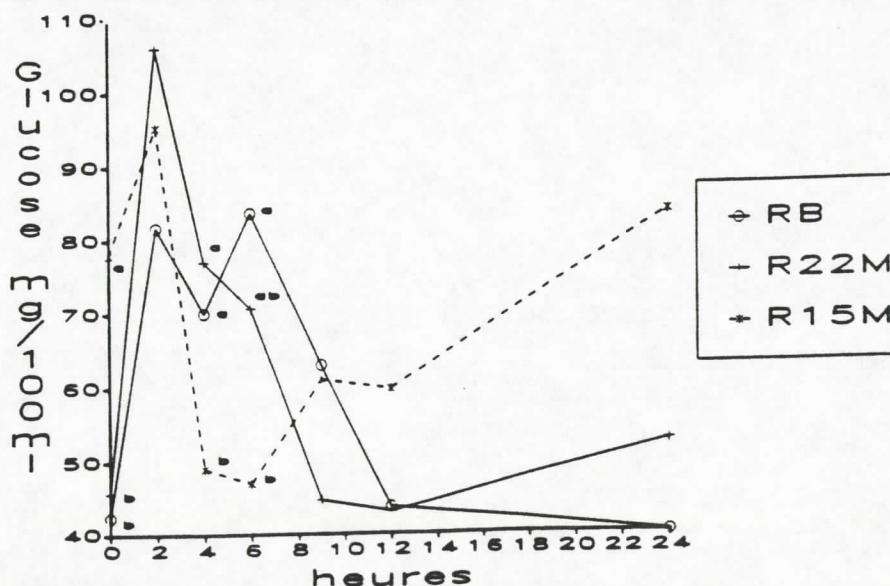


Figure 3 : Evolution de la glycémie

Les points suivis d'exposants différents indiquent qu'à une même heure de prélèvement les concentrations ont été significativement différentes ( $P < 0.05$ )

Tableau 6 : Glycémie (mg/100 ml de plasma)

Heure prélèvement	0	4
RB	42.3a	81.3ab
R22M	45.7a	77.0ab
R15M	78.0b	49.0b
R22ala	59.7ab	78.7ab
R22glu	45.7a	100.7a
R22gly	50.6a	106.3a

ETr est l'écart-type résiduel de l'analyse de variance de modèle : valeur observée = moyenne + effet aliment + résiduelle.

Les nombres d'une même colonne suivis d'exposants différents sont significativement différents ( $P < 0.05$ ).

## DISCUSSION

Les valeurs de croissance et de consommation doivent être comparées sur des poissons au même stade, car elles évoluent avec le poids vif de l'animal. Selon De Silva *et al.* (1989), le poids vif aurait une influence sur ces paramètres plus importante que le taux protéique de la ration. Les croissances obtenues avec le régime RB sont légèrement plus faibles que celles observées auparavant à la station sur des tilapias alimentés avec un régime identique (taux de croissance spécifique de 3.3). En prenant comme référence les besoins définis par Santiago et Lovell (1988), le régime RB apparaît carencé en acides aminés soufrés. Mais la différence de croissance n'est pas expliquée par ce déficit car le régime auparavant testé comportait les mêmes proportions de protéines végétales, et avait certainement une composition en acides aminés comparable. Elle pourrait être associée à la présence d'agar ou au mode d'apport de l'aliment, réalisé en deux repas par jour distribués jusqu'à satiété, alors que dans notre cas les poissons ont été alimentés en continu pendant 12 heures. Toutefois, l'indice de consommation que nous estimons est relativement faible (1.19 dans l'expérience précédente), compte tenu du fait qu'en ne considérant que l'aliment offert, nous avons certainement surestimé ce paramètre.

Compenser le retrait de protéines alimentaires par des AANI entraîne une chute de croissance et une moindre efficacité d'utilisation de l'aliment. Ceci confirme les résultats obtenus sur la truite par Smith et Harper (1983) et par Fauconneau (1988). Cet effet est modéré lorsque le taux de remplacement des protéines est de 25 % (chute de croissance de 10 %), mais lorsqu'il est de 50 %, la croissance des poissons ne représente plus que la moitié de celle obtenue avec le régime de base. Ceci est sans doute expliqué par les fortes carences en AAI du régime R15M, pour lequel seuls les besoins en valine étaient couverts. Les poissons nourris avec ce régime n'ont pas présenté de signes cliniques de carence, mais à la vue de leur comportement on pouvait juger l'aliment peu appétant. Or la conséquence immédiate d'un déséquilibre en acides aminés est une diminution des quantités volontairement ingérées (Nesheim, 1974). En outre, l'excès d'AANI a pu être toxique. Selon Harper *et al.* (1970), de l'ensemble des AANI, ce sont les excès de glycine et de sérine qui sont les moins bien tolérés. Mais pour qu'un excès d'AANI, quelle que soit sa nature, n'entraîne pas de chute de croissance, il faut que l'apport protéique soit adéquat (Harper *et al.*, 1970 ; Rogers *et al.*, 1970 ; Kies, 1972 ; Matsuno *et al.*, 1976). L'apport optimal des acides AANI serait, dans le cas de notre expérience, compris entre 50 (régime RB) et 64 (régime R22) % des acides aminés totaux. Ces chiffres sont compables à ceux obtenus chez les vertébrés supérieurs (Stucki et Harper, 1962 ; Matsuno *et al.*, 1976 ; Bedford et Summers, 1985).



Un taux de remplacement des protéines de 25 % permet une utilisation moindre, mais cependant correcte, de l'aliment, comme le montrent les valeurs de l'indice de consommation et du coefficient d'utilisation protéique. L'effet d'épargne des protéines ne semble pas dépendre de la nature de l'AANI apporté en complément. Ces résultats sont différents de ceux de Fauconneau (1988), qui, sur la truite, a montré que les croissances sont supérieures si une fraction des protéines est remplacée par de l'aspartate plutôt que par de l'alanine ou du glutamate. Mais il faut noter que le taux de remplacement était supérieur au nôtre (36 %), que l'expérience était plus longue (12 semaines) et menée sur des animaux plus âgés (de 20 à 120 g). En outre, les croissances obtenues avec les régimes comportant les AANI restaient inférieures de 22 % à celles du régime témoin. Smith et Harper (1983), dans un essai mené pendant 6 semaines sur des alevins de truite, ont remplacé efficacement 10 % des protéines par un mélange d'AANI. Mais lorsqu'ils ont utilisé seulement de l'alanine, de la glycine ou de la leucine, les croissances ont chuté respectivement de 8, 20 et 33 %. L'effet d'épargne des protéines par les AANI doit certainement dépendre du taux protéique de la ration et du taux de croissance poissons, en conséquence de l'espèce à laquelle ils appartiennent et de leur âge.

Le remplacement des protéines par des AANI entraîne un accroissement du poids du foie, sauf s'ils sont incorporés modérément et sous forme d'un mélange similaire à celui de la protéine d'origine. Lorsqu'un seul acide aminé compense la diminution du taux protéique, l'indice hépatosomatique est plus élevé. Fauconneau (1988) a observé le même phénomène sur des truites, et l'a associé à un accroissement du contenu en glycogène du foie. Actuellement, nous ne disposons pas des résultats d'analyse nous permettant de savoir si ces variations sont associées à des contenus hépatiques différents en glycogène, en lipides ou en protéines. L'indice hépatosomatique est plus élevé si l'on utilise la glycine plutôt que l'alanine ou du glutamate. En fait, si, chez les poissons comme chez les vertébrés supérieurs, la totalité du glutamate est métabolisé dans les intestins et transformé en alanine (Jungas *et al.* 1992), il n'est pas étonnant de remarquer que les régimes R22ala et R22glu donnent des résultats identiques. En outre, au moins chez les truites, la glycine serait un moins bon fournisseur d'intermédiaires métabolique que le glutamate (Hughes *et al.*, 1985) ou l'alanine (Smith et Harper, 1983).

L'adjonction d'AANI n'a pas entraîné d'accroissement de l'excrétion d'azote ammoniacal. Il a représenté en moyenne 20 % de l'azote ingéré, ce qui est comparable aux données déjà obtenues sur cette espèce au laboratoire (17 % pour un aliment à 30 % de protéines). Mais au niveau d'incorporation le plus élevé des AANI, c'est l'excrétion d'urée qui a été accrue. Ces résultats sont à confirmer. L'excrétion d'urée chez les poissons ne représente généralement pas plus de 15 % de l'azote ingéré (Cho et Kaushik, 1985), est relativement stable (Cowey, 1988), car elle correspond surtout à la voie d'excrétion des bases puriques ou pyrimidiques (Dosdat, 1992). Soit, chez cette espèce, l'urée correspond à une forme d'élimination de l'azote dans des situations trophiques critiques, soit elle provient d'une lyse importante des cellules.

La glycémie au pic d'excrétion est comparable à celle obtenues au laboratoire sur des truites de 100 g nourries avec un régime à 30 % d'amidon et élevées à une température de 17°C (120 mg/100 ml ; Bergot, 1979), mais le retour aux valeurs de base est beaucoup plus rapide (18 à 21 h chez la truite). Ceci est sans doute à associer au transit et au métabolisme plus rapide du jeune tilapia élevé à une température de 30 °C. Le remplacement des protéines par le mélange d'AANI n'a pas entraîné de modification de la glycémie par rapport au régime de base si ce dernier était limité à 25 %. En revanche, au taux de 50 % la cinétique semble présenter un second pic, 24 h après l'ingestion du repas. En moyenne, la glycémie a été plus élevée pour le régime le plus supplémenté, alors que les poissons avaient moins bien ingéré leur ration. Ce second pic pourrait être expliqué par un pic de néoglucogénèse. Ces résultats sont à confirmer par des prélèvements plus fréquents.



## CONCLUSIONS

Le remplacement des protéines par des AANI à un taux de 25 % entraîne une chute de croissance et une diminution du taux d'alimentation qui reste modérées (10 %). Si l'on peut tolérer une telle perte, ce taux de substitution peut être acceptable car le métabolisme n'en est que faiblement affecté. Toutefois, il semble préférable d'utiliser comme supplément un mélange d'acides aminés plutôt que l'alanine, le glutamate ou la glycine seuls.

Lorsque le taux de remplacement atteint 50 %, on observe un fort retard de croissance et une utilisation très faible de l'aliment, associés à un désordre métabolique important. Il faut donc veiller à l'équilibre des protéines alimentaires distribuées, et notamment vérifier que le ratio des AANI sur l'ensemble des acides aminés n'excède pas 60 %.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bedford M.R., Summers J.D., 1985. Influence of the ratio of essential to non essential aminoacids on performance and carcasse composition of the broiler chick. Br. Poultr. Sci., 26, 483-491.
- Bergot F., 1979. Effects of dietary carbohydrates and their mode of distribution on glycaemia in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). Comp. Biochem. Physiol., 64A, 543-547.
- Cho C.Y., Kaushik S.J., 1985. Effect of protein intake on metabolizable and net energy value of fish diets. In : Fish feeding and nutrition. Cowey C.B., Mackie I.M., Bell J.G.(Eds). Academic press, London, p95-117.
- Cowey C.B., 1988. The nutrition of fish : the developping scene. Nutr. Res. Rev., 1, 255-280.
- De Silva S.S., Gunasera R., Atapattu D., 1989. The dietary protein requirements of young tilapia and an evaluation of the least cost dietary protein levels. Aquaculture, 80, 271-284.
- De Silva S.S., Perera M.K., 1985. Effects of dietary protein level on growth, food conversion, and protein use in young *Tilapia nilotica* at four salinities. Trans. Am. Fish. Soc., 114, 584-589.
- Dosdat A., 1992. L'excrétion chez les poissons téléostéens. La pisciculture française, 108, 25-40.
- Fauconneau B., 1988. Partial substitution of protein by a single amino acid or an organic acid in rainbow trout diets. Aquaculture, 70, 97-106.
- Fauconneau B., Arnal M., 1985. Leucine metabolism in trout (*Salmo gairdneri* R.) : influence of temperature. Comp. Biochem. Physiol., 82A(2), 435-445.
- Harper A.E., 1974. Non essential amino acids. J. Nutr., 104, 965-967.
- Harper A.E., Benevenga N.J., Wohlhueter R.M., 1970. Effect of ingestion of disproportionate amounts of aminoacids. Physiol. Rev., 50, 428-558.
- Hughes S.G., 1985. Evaluation of glutamic acid and glycine as sources of non essential aminoacids for lake trout (*Salvelinus Namaycush*) and rainbow trout. Comp. Biochem. Physiol., 81 A(3), 669-671.
- Jackson A.A., 1983. Amino acids essential and non essential ? The lancet, i, 1034-1037.
- Kaushik S.J., 1980. Influence of nutritional status on the daily patterns of nitrogen excretion in the carp (*Cyprinus carpio* L.) and the rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). Reprod. Nutr. Dévelop, 20(6), 1751-1765.

- Kies C., 1972. Non specific nitrogen in the nutrition of human beings. Fed. Proc., 31, 1172-1177.
- Laidlaw S.A., Kopple S.D., 1987. Newer concepts of the indispensable amino acids. Am. J. Clin. Nutr., 46, 593-605.
- Matsuno N., Yamaguchi M., Saiki R., Tamura E., 1976. Body weight change and nitrogen efficiencies in growing and adult rats fed diets containing various proportions of essential amino acids to total aminoacids. J. Nutr. Sci. Vit., 22, 321-331.
- Neisheim M.C., 1974. Some aspects of amino acid interrelationships in growing chickens. Proceedings of the Marineland Nutrition Conference, p34-40.
- Rogers Q.R., Chend M.Y., Harper A.E., 1970. The importance of dispensable amino acid for maximal growth in the rat. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 134, 517-522.
- Santiago C.B., Lovell R.T., 1988. Amino acid requirements for growth of nile tilapia. J. Nutr., 118, 1540-1546.
- Siddiqui A.Q., Howlader M.S., Adam A.A., 1988. Effect of dietary protein levels on growth, feed conversion and protein utilization in fry and young nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquaculture, 70, 63-73.
- Smith D.A., Harper A.E., 1983. Partial requirement of dietary protein for rainbow trout with single or incomplete mixtures of amino acids. Fed. Proc., 42, 814.
- Stucki W.J., Harper A.E., 1962. Effects of altering indispensable to dispensable amino acids in diets for rats. J. Nutr., 78, 278-286.
- Wang K.W., Takeuchi T., Watanabe T., 1985a. Effect of dietary protein levels on growth of *Tilapia nilotica*. Bull. Jpn Soc. Sci. Fish., 51(1), 133-140.
- Wang K.W., Takeuchi T., Watanabe T., 1985b. Optimum protein and digestible energy levels in diets for *Tilapia nilotica*. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 51(1), 141-146.
- Yamada S., Tanaka Y., Katayama T., 1981. Feeding experiments with carp fry fed an amino acid diet by increasing the number of feedings per day. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 47(9), 1247.
- Yamada S., Tanaka Y., Katayama T., Sameshim M., Simpson K.L., 1982. Plasma amino acid changes in *Tilapia nilotica* fed a casein and a corresponding free amino acid diet. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 48(12) 1783-1787.

## V. VALORISATION DES SOUS-PRODUITS AGRICOLES ET AGRO-INDUSTRIELS PAR LE TILAPIA EN ETANGS FERTILISES

### Introduction.

4 experimentations ont ete menees entre Septembre 1990 et Octobre 1992 a la Station de Pisciculture de l'Institut des Recherches Zootechniques et Veterinaires (IRZV) de Foumban (Cameroun). Ces essais utilisant des sous-produits de l'industrie agro-alimentaires (tourteaux et sons divers) pour nourrir le tilapia *Oreochromis niloticus* visait d'une part l'optimisation des modalites de distribution des aliments (taux de rationnement, frequence, et forme d'application), et d'autre part une evaluation de l'apport relatif de la fumure organique du point de vue croissance du poisson dans un etang recevant de l'aliment exogene.

### Materiels.

-Ecologie du site: zone de savane arbustive; sols ferrallitiques; climat du type camerounien d'altitude (1800 mm de pluie, 21 °C de temperature, altitude moyenne de 1100 m); eau legerement acide (pH 6), peu dure (50 mg CaCO<sub>3</sub>/l), assez oxygenee (5 mg/l), et tres transparente (transparence secchi > 1 m)

-Infrastructures d'elevage: etangs de derivation, en terre, de 400 m<sup>2</sup> environ chacun.

-Poissons: juveniles males (sexage manuel) de *Oreochromis niloticus* de 10 ou 40 g, reproduits dans la Station a

partir d'une vieille souche de geniteurs de la Benoue (Nord du Cameroun).

-Aliment et fertilisant: un compose a 27 % de proteine brute (N Kjeldahl) et 18 kJ d'energie brute est utilise dans les 4 essais. Ce compose (aliment "tilapia II") contient du son de riz (30 %), des tourteaux de coton, de soja et d'arachide, (18, 17 et 15 %), ainsi que de la dreche des brasseries. La bouse utilisee contient 78 % de matieres seches, 2 % de proteines brutes et 0.44 kJ/g d'energie brute.

#### Methodes.

Dans chacun des 4 experimentations, 3 traitements sont testes en triplicats stockastiques (9 etangs experimentaux):

-taux de rationnement: (i) 4 % de l'ichthyobiomasse par jour; (ii) d'apres Marek (1975); (iii) a la demande.

-frequences des repas: (i) 2 fois/j; (ii) 3 fois/j; (iii) 6 fois/j. 1 etang sur 3 de chaque traitement est stocke de femelles uniquement.

-forme d'application: (i) son de riz brute; (ii) tilapia II en poudre; (iii) tilapia II granule.

-fertilisation: (i) etang seulement fertilise; (ii) aliment seul distribue; (iii) fertilisant et aliment appliques.

La densite de mise en charge est d'environ 200 kg/ha. *Hemichromis fasciatus* est egalement charge a raison de 5 % du nombre des tilapias, afin de controler la reproduction liee a d'eventuelles erreurs de sexage. Des peches intermediaires sont effectuees toutes les 3 semaines. Les essais ont dure entre 9 et 14 semaines. Des echantillons de poissons sont preleves au debut et a la fin des essais et analyses selon les methodes classiques (AOAC, 1975). Les parametres de croissance et

d'utilisation des aliments sont soumis à l'analyse de variance classique et les différences éventuelles séparées par la méthode de Duncan.

## Resultats.

Les tableaux I à IV présentent une synthèse des données enregistrées dans chacun des essais.

**Tableau I: Paramètres de croissance et d'utilisation des aliments par *Oreochromis niloticus* recevant les 3 rations expérimentales.**

Paramètres	Traitements		
	4%	Marek	ad libitum
Poids moyen initial (g)	12. <sup>a</sup>	11.2 <sup>a</sup>	11.7 <sup>a</sup>
Poids moyen final (g)	43.3 <sup>a</sup>	43.0 <sup>a</sup>	45.3 <sup>a</sup>
Taux de survie (%)	62.5 <sup>a</sup>	78.5 <sup>a</sup>	75.6 <sup>a</sup>
Taux de crois. sp. (%/j)	1.5 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>
Crois. ind. journ. (g/j)	0.37 <sup>a</sup>	0.38 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>
Consommation (g MS/poisson)	65.93 <sup>a</sup>	64.13 <sup>a</sup>	102.8 <sup>b</sup>
Indice de consommation	2.11 <sup>a</sup>	2.02 <sup>a</sup>	3.06 <sup>b</sup>
Coeff. d'effic. protéique	1.73 <sup>b</sup>	1.81 <sup>b</sup>	1.2 <sup>a</sup>
Coeff. de rétention protéique	30.3 <sup>ab</sup>	35.9 <sup>b</sup>	22.8 <sup>a</sup>
Coeff. de rétention lipidique	28.4 <sup>ab</sup>	35.4 <sup>b</sup>	25.9 <sup>a</sup>
Production totale (t/ha/an)	1.01 <sup>a</sup>	1.46 <sup>ab</sup>	1.60 <sup>b</sup>

abc: les moyennes portant des lettres semblables sur la même ligne ne sont pas significativement différentes ( $p > 0.05$ ).



**Tableau III: Paramètres de croissance et d'utilisation des aliments par *Oreochromis niloticus* soumis aux 3 formes d'aliment.**

Paramètres	Traitements		
	Son riz	Poudre	Granulé
Poids moyen initial (g)	37.4 <sup>a</sup>	37.8 <sup>a</sup>	37.0 <sup>a</sup>
Poids moyen final (g)	63.9 <sup>a</sup>	66.1 <sup>a</sup>	85.8 <sup>b</sup>
Taux de survie (%)	94.0 <sup>b</sup>	93.0 <sup>ab</sup>	87.7 <sup>a</sup>
Taux de crois. sp. (%/j)	0.9 <sup>a</sup>	0.9 <sup>a</sup>	1.4 <sup>b</sup>
Crois. ind. journ. (g/j)	0.4 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	0.8 <sup>a</sup>
Consommation (g MS/poisson)	83.5 <sup>a</sup>	84.7 <sup>a</sup>	83.6 <sup>a</sup>
Indice de consommation	3.2 <sup>b</sup>	3.0 <sup>b</sup>	1.8 <sup>a</sup>
Coeff. d'effic. protéique	1.1 <sup>a</sup>	1.2 <sup>a</sup>	2.0 <sup>b</sup>
Coeff. de rétention protéique	19.4 <sup>a</sup>	22.4 <sup>b</sup>	36.2 <sup>b</sup>
Coeff. de rétention lipidique	14.7 <sup>a</sup>	26.0 <sup>b</sup>	32.6 <sup>b</sup>
Coeff. de rétention énergétique	9.0 <sup>a</sup>	13.3 <sup>b</sup>	19.1 <sup>c</sup>
Production totale (t/ha/an)	1.4 <sup>a</sup>	1.7 <sup>a</sup>	2.3 <sup>b</sup>

abc: les moyennes portant des lettres semblables sur la même ligne ne sont pas significativement différentes ( $p > 0.05$ ).

On observe d'une manière générale une croissance relativement faible des poissons. Cela serait surtout lié à la qualité de l'eau ( $\text{pH} < 7$ , température  $< 27^{\circ}\text{C}$ ), et peut-être au potentiel génétique des poissons utilisés (consanguinité très probable entre les individus de la population parentale).

Au-delà de cette observation, des résultats fort intéressants ont été enregistrés. Ainsi, une analyse économique de certaines données du tableau I suggère de nourrir le tilapia de 10 à 20 g et de 21 à 50 g à 5.3 %

**Tableau IV: Croissance et utilisation des nutriments par *Oreochromis niloticus* dans les 3 environnements nutritionnels.**

Paramètres	Traitements		
	Bouse	Aliment	Bou+Ali
Poids moyen initial (g)	10.0	10.0	10.0
Poids moyen final (g)	23.2	42.8	46.3
Taux de survie (%)	79.1 <sup>a</sup>	76.7 <sup>a</sup>	86.4 <sup>b</sup>
Taux de crois. sp. (%/j)	1.38 <sup>a</sup>	2.38 <sup>b</sup>	2.51 <sup>b</sup>
Crois. ind. jour.(g/j)	0.21 <sup>a</sup>	0.54 <sup>b</sup>	0.59 <sup>b</sup>
Consommation (g MS/poisson)	/	96.1 <sup>a</sup>	82.0 <sup>a</sup>
Indice de consommation	/	2.93 <sup>b</sup>	2.26 <sup>a</sup>
Coeff. effic. protéique	/	1.25 <sup>b</sup>	1.62 <sup>a</sup>
Coefficients de rétention des nutriments			
Protéine	/	16.8 <sup>a</sup>	27.0 <sup>b</sup>
Lipide	/	19.0 <sup>a</sup>	18.5 <sup>a</sup>
Energie	/	11.9 <sup>a</sup>	13.6 <sup>a</sup>
Gain de poids moyen pour			
Hemichromis (g)	47 <sup>b</sup>	48 <sup>b</sup>	43 <sup>a</sup>
Nbre moyen d'alevins			
de tilapia par étang	0.3	2.6	7
Production totale ( t/ha/an)	0.82 <sup>a</sup>	2.2 <sup>b</sup>	2.9 <sup>c</sup>

abc: les moyennes portant des lettres semblables sur la même ligne ne sont pas significativement différentes ( $p>0.05$ ).

et 4.6 % de l'ichthyobiomasse par jour respectivement. On observe de plus une meilleure croissance du poisson pour un fractionnement de la ration journalière en 6 repas; en outre, les mâles croissent 2.1 fois plus vite que les femelles (tableau II). L'utilisation de l'aliment est mieux optimisée sous la forme granule (production piscicole 1,7 fois plus élevée, tableau III). Enfin, l'essai "fertilisation" suggère que l'application de la bouse de boeuf dans l'étang améliore l'utilisation de

l'aliment exogene (consommation et absorption des nutriments) par le tilapia. On observe dans les 4 essais l'efficacite de *Hemichromis fasciatus* a controler la reproduction eventuelle des tilapia sexes manuellement.

### Conclusion.

Pour nous resumer, nos essais confirment de maniere generale tout en les precisant dans le contexte camerounais les tendances deja rapportees dans la litterature scientifique sur le sujet. Ainsi, sous reserve d'etudes economiques ulterieures a plus grande echelle, l'etude suggere au pisciculteur utilisant un aliment du type tilapia II d'adopter la table de rationnement de Marek (1975), en 6 repas par jour, sous la forme de granules, et autant que possible en fertilisant l'etang.

### Bibliographie.

AOAC, 1975. Official methods of the analysis of the AOAC. 12th edition. Association of Agricultural Chemists, Washington, DC.

MAREK M., 1975. Revision of supplementary feeding table for pond fish. *Bamidgeh* 27 (3): 57-64.

POUOMOCNE V., 1992. Rapport d'avancement des travaux de these de doctorat d'Halieutique (...), Rapport No 3. 55 p. + annexes.

\* \*  
\*